

# MIXING RATIO DETECTOR FOR FUEL

Publication number: JP7306172

Publication date: 1995-11-21

Inventor: SUZUKI HIROYOSHI

Applicant: MITSUBISHI ELECTRIC CORP

Classification:

- international: G01N33/22; G01N27/06; G01N27/22; G01N33/28;  
G01N33/22; G01N27/06; G01N27/22; G01N33/26;  
(IPC1-7): G01N27/22; G01N27/06; G01N33/22

- european: G01N27/22B; G01N33/28G3

Application number: JP19940098650 19940512

Priority number(s): JP19940098650 19940512

Also published as:



US5594163 (A1)

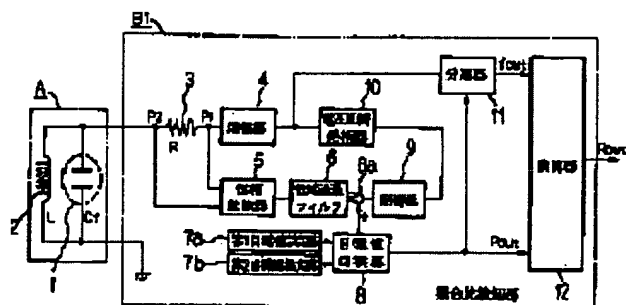
DE19517390 (A1)

Report a data error here

## Abstract of JP7306172

**PURPOSE:** To detect the mixing ratio of alcohol in a fuel mixed with alcohol accurately regardless of the electric conductivity thereof.

**CONSTITUTION:** The mixing ratio detector for fuel comprises a section 1 for detecting the capacitance between electrodes filled with a fuel, a sensor section (LC resonance circuit) A including a coil 2 coupled with the capacitance detecting section 1, a voltage controlled oscillator 10 oscillating at a predetermined high frequency under voltage control, a phase comparator 5 for detecting the phase difference between the voltage and current of a high frequency signal applied to the sensor section A, means 8 for switching the phase difference alternately between a first target value of 0 deg. and a second target value of other than 0 deg., a controller 9 for controlling the voltage of the voltage controlled oscillator 10 depending on the difference between the phase difference detected by the phase comparator 5 and a target value, and an operating unit 12 for calculating the permeability of fuel from the frequency of high frequency signal for a first target phase difference and calculating the electric conductivity of fuel from the frequency shift when the phase difference is switched to a second target value and then detecting the mixing ratio of fuel based on the permeability and the electric conductivity.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-306172

(43) 公開日 平成7年(1995)11月21日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N	27/22	B		
	27/06	Z		
	33/22	B		

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願平6-98650

(22) 出願日 平成6年(1994)5月12日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 鈴木 尋善

姫路市千代田町840番地 三菱電機株式会

社姫路製作所内

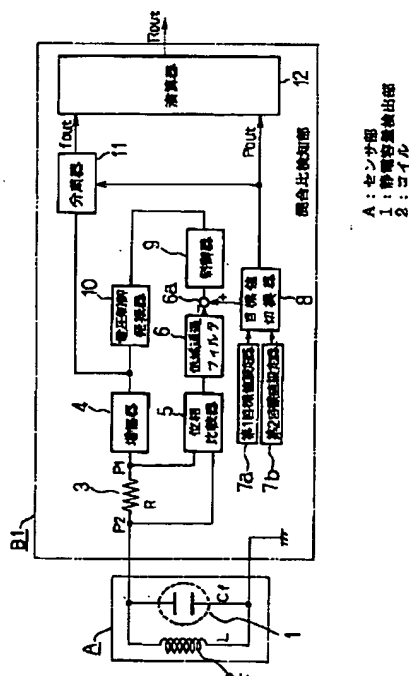
(74) 代理人 弁理士 曾我 道照 (外6名)

(54) 【発明の名称】 燃料の混合比率検知装置

(57) 【要約】

【目的】 アルコール混合燃料の電気伝導度の大小に関わらず精度よく混合燃料中のアルコール混合率を検出する。

【構成】 燃料を充填した電極間の静電容量を検出する静電容量検出部1、静電容量検出部1にコイル2を結合したセンサ部(LC共振回路)A、電圧制御により所定周波数の高周波信号を発振する電圧制御発振器10、センサ部Aに印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器5、位相差の第1目標値を0°とそれ以外の第2目標値に交互に切り換え設定する目標値切換手段8、位相比較器で検出された位相差と設定された目標値との差に応じて電圧制御発振器を電圧制御する制御器9、位相差が第1目標値の時に高周波信号の周波数により燃料の誘電率を算出すると共に、位相差が第1目標値になった時の高周波信号の周波数より第2目標値のなった時の周波数の偏移量より燃料の電気伝導度を算出し、誘電率、電気伝導度より燃料混合比率を検知する演算器12を備える。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、

制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、

前記制御器に対して位相差目標値を $0^\circ$ である第1目標値と $0^\circ$ 以外である第2目標値に交互に切り換え設定する目標値切換手段と、

この目標値切換手段による第1目標値切り換え後の前記位相同期回路の制御出力に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、

前記位相同期回路より出力される前記第1目標値切り換え後の制御出力と前記第2目標値切り換え後の制御出力との偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、

前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたことを特徴とする燃料の混合比率検知装置。

【請求項2】 燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、

制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、

前記制御器に対して位相差目標値を $0^\circ$ である第1目標値と $0^\circ$ 以外である第2目標値に交互に切り換え設定する目標値切換手段と、

この目標値切換手段による第1目標値切り換え後に前記電圧制御発振器より発振される高周波信号の周波数に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、

前記電圧制御発振器より発振される前記第1目標値切り換え後の高周波信号の周波数と前記第2目標値切り換え後の高周波信号の周波数との偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、

前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたことを特徴とする燃料の混合比率検知装置。

【請求項3】 燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、

2

制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、

前記制御器に対して位相差目標値を $0^\circ$ である第1目標値と $0^\circ$ 以外である第2目標値に交互に切り換え設定する目標値切換手段と、

この目標値切換手段による第1目標値切り換え後に前記制御器より前記電圧制御発振器に印加される制御電圧に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、

前記制御器より電圧制御発振器に印加される前記第1目標値切り換え後の制御電圧と前記第2目標値切り換え後の制御電圧との偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、

前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたことを特徴とする燃料の混合比率検知装置。

【請求項4】 燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、

制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、

位相差目標値が $0^\circ$ である第1目標値を設定する目標値設定手段と、

前記第1目標値を中心にしてこの第1目標値を所定幅で変調する目標値変調手段と、

前記第1目標値に対応する前記位相同期回路の制御出力に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、

前記位相同期回路より出力される前記第1目標値に対応する制御出力と変調幅に基づく制御出力の偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、

前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたことを特徴とする燃料の混合比率検知装置。

【請求項5】 燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、

制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC

3

共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、

位相差目標値が $0^\circ$ である第1目標値を設定する目標値設定手段と、

前記第1目標値を中心にしてこの第1目標値を所定幅で変調する目標値変調手段と、

前記第1目標値に対応して前記電圧制御発振器より発振される高周波信号周波数に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、

前記第1目標値に対応する高周波信号の周波数と変調幅による前記高周波信号周波数の偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、

前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたことを特徴とする燃料の混合比率検知装置。

【請求項6】 燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、

制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、

位相差目標値が $0^\circ$ である第1目標値を設定する目標値設定手段と、

前記第1目標値を中心にしてこの第1目標値を所定幅で変調する目標値変調手段と、

前記第1目標値に対応して前記制御器より前記電圧制御発振器に印加される制御電圧に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、

前記第1目標値に対応する制御電圧と変調幅による前記制御電圧の偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、

前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたことを特徴とする燃料の混合比率検知装置。

【請求項7】 誘電率算出手段で算出された誘電率を偏移量により補正する誘電率補正手段を備えたことを特徴とする請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の燃料の混合比率検知装置。

【請求項8】 燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、

制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC

4

共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、

前記制御器に対して位相差目標値を $0^\circ$ を設定する目標値設定手段と、

位相差目標値 $0^\circ$ に対応する電圧制御発振器よりの高周波信号周波数に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、

前記位相差目標値を $0^\circ$ に設定した時の前記LC共振回路のインピーダンスを検出するインピーダンス検出手段と、

検出されたインピーダンスより前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、

前記算出した誘電率及び電気伝導度により前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたことを特徴とする燃料の混合比率検知装置。

【請求項9】 検出されたLC共振回路のインピーダンスより誘電率算出値を補正する誘電率補正手段を備えたことを特徴とする請求項8に記載の燃料の混合比率検知装置。

【請求項10】 前記インピーダンス検出手段の出力により前記LC共振回路に印加する高周波信号のレベルを可変する印加信号制御手段を備えたことを特徴とする請求項8に記載の燃料の混合比率検知装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、燃焼器等に供給される混合燃料中の混合物の比率を検知する装置に関し、特に自動車用エンジン等に用いられるアルコール混合燃料中のアルコール混合比率を測定する燃料の混合比率検知装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 近年、米国や欧州等の各国では、石油の消費量の低減と自動車排気ガスによる大気汚染の低減を図るためにガソリン中にアルコールを混合した燃料が自動車用混合燃料として導入されつつある。このようなアルコール混合燃料をガソリン燃料の空燃比にマッチングされたエンジンにそのまま用いると、アルコールはガソリンに比べ理論空燃比が小さいため、空燃比がリーン化して運転が困難となる。そこで、アルコール混合燃料のアルコール混合比率を検出し、この検出値に応じて空燃比及び点火時期等を調整している。

【0003】 従来、このようなアルコール混合比率の検出装置には例えば特開平2-190755号公報に示されたものがある。この装置はガソリンの誘電率 $\epsilon_g=2$ とアルコール（ここではメタノールを例として示す。）の誘電率 $\epsilon_m=33$ の違いに着目し、アルコール混合燃料中に電極を配置して電極間の静電容量を測定することにより燃

料の誘電率 $\epsilon$ 、即ちアルコール混合比率を検出するものである。

【0004】図19は係る従来装置に用いる静電容量検出部Cの構造断面図である。図において、35はその両端に燃料の出入口33a、33bを設けた金属製の筒状ハウジング、31は筒状ハウジング（以下、単にハウジングと記載する）35の内部にハウジング35と同軸に配置された金属製の内部電極、32はハウジング35と内部電極31の間に形成された燃料通路、36は内部電極31に結合された電極リード、34は電極リード36の燃料シールである。これらハウジング35、内部電極31、電極リード36、燃料シール34には耐燃料性の優れた材質が用いられる。内部電極31とハウジング35でコンデンサが形成され、その静電容量Cfは内部電極31とハウジング35間の燃料通路32を通過する燃料の誘電率 $\epsilon$ によって変化する。

【0005】従来装置では図20に示す等価回路のごとく、静電容量検出部Cに対して並列にコイルLを接続して、燃料の静電容量CfとコイルLとでLC並列共振回路を形成する。図において、Cfは内部電極31とハウジング35間に充填される燃料によって形成される静電容量、LはCfに対して並列に接続されたコイルであり、静電容量CfとコイルLでLC並列共振回路を形成する。

【0006】係るLC並列共振回路の共振周波数を検出する事により燃料の誘電率 $\epsilon$ を検出することができる。図20のLC並列共振回路の場合、共振周波数f0は以下の(1)式で与えられる。

$$f0 = 1 / \sqrt{2\pi \{L (Cf + Cp)\}} \dots\dots (1) \quad 30$$

ここで、Lはコイルのリアクタンス、Cfは内部電極31とハウジング35間に形成された静電容量、Cpはコイルの浮遊容量およびLC並列共振回路の調整用容量の和に相当する。

【0008】図21はガソリンにメタノールを混合した場合のメタノール混合率に対する静電容量検出部Cの共振周波数特性を示すもので、曲線Chに示すように共振周波数f0はメタノール混合率の増加に伴い単調に低下する。メタノール混合率を検出する回路としては、通常構成の単純さから反結型、コルピッツ型、ハートレー型等の共振回路を用いて並列共振させ、その時の共振周波数f0の信号を適当に分周して周波数出力するか、F/V変換器を用いて電圧出力するかして出力信号よりメタノール混合率を検出していた。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来のメタノール混合比率検出装置は、静電容量検出部にコイルを並列接続してLC並列共振回路を構成し、この共振回路の共振周波数を求めることで燃料の誘電率、即ちメタノール混合比率を検出していた。しかしながら、メタノールは水に親

和性があるため、メタノール混合燃料は水分が混入し易い。そのため、メタノールに水分が混入すると、元々水分中に混入していた各種の塩類、金属イオン等の存在によりメタノールの混合率の高い領域では電気伝導度が増大する可能性がある。

【0010】従って、メタノール混合率の高い領域において、燃料の電気伝導度の増加に伴い図20の等価回路に示した静電容量Cfと等価回路的に並列な燃料の抵抗Rf成分が低下して電気伝導度が増大し、LC並列共振回路のQが低下して共振条件を満足せなくなり、共振が停止して共振周波数の測定不能になるといった恐れがあった。

【0011】また、共振が停止しないまでも共振が不安定になったり、水の誘電率が大きい( $\epsilon=80$ )のために、図21の曲線Clのごとくメタノール混合率に対する共振周波数がずれてしまい、正確なメタノール混合率の測定が出来ないといった問題点があった。

【0012】上記メタノール混合率測定誤差の補償方法としては、特開平2-213760号公報に示す如く、容量検出部に対して電極面積を小さくして抵抗Rfを大きくした専用の検出用電極を別途設ける等して電気伝導度を測定し、測定した誘電率と電気伝導度よりアルコール混合率を算出する方法が提案されている。しかし、この方法はハウジング中に新たな電極を形成する必要があり、そのためシールが複雑となる等、検出部の信頼性が低下したり、検出部が大きくなる等の欠点があった。

【0013】この発明は上記のような問題点を解決するためになされたもので、混合燃料の電気伝導度の大小に関わらず精度よく混合燃料中のアルコール混合率を検出できる燃料の混合比率検知装置を提供することを目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1の発明に係る燃料の混合比率検知装置は、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、前記制御器に対して位相差目標値を0°である第1目標値と0°以外である第2目標値に交互に切り換え設定する目標値切換手段と、この目標値切換手段による第1目標値切り換え後の前記位相同期回路の制御出力に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記位相同期回路より出力される前記第1目標値切り換え後の制御出力と前記第2目標値切り換え後の制御出力との偏差量に基づいて前記燃料の電

7

気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたものである。

【0015】請求項2の発明に係る燃料の混合比率検知装置は、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、前記制御器に対して位相差目標値を $0^\circ$ である第1目標値と $0^\circ$ 以外である第2目標値に交互に切り換え設定する目標値切換手段と、この目標値切換手段による第1目標値切り換え後に前記電圧制御発振器より発振される高周波信号の周波数に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記電圧制御発振器より発振される前記第1目標値切り換え後の高周波信号周波数と前記第2目標値切り換え後の高周波信号の周波数との偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたものである。

【0016】請求項3の発明に係る燃料の混合比率検知装置は、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、前記制御器に対して位相差目標値を $0^\circ$ である第1目標値と $0^\circ$ 以外である第2目標値に交互に切り換え設定する目標値切換手段と、この目標値切換手段による第1目標値切り換え後に前記電圧制御発振器に前記制御器より印加される制御電圧に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記制御器より電圧制御発振器に印加される前記第1目標値切り換え後の制御電圧と前記第2目標値切り換え後の制御電圧との偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたものである。

【0017】請求項4の発明に係る燃料の混合比率検知装置は、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイル

8

から構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、位相差目標値が $0^\circ$ である第1目標値を設定する目標値設定手段と、前記第1目標値を中心にしてこの第1目標値を所定幅で変調する目標値変調手段と、前記第1目標値に対応する前記位相同期回路の制御出力に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記位相同期回路より出力される前記第1目標値に対応する制御出力と変調幅に基づく制御出力の偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたものである。

【0018】請求項5の発明に係る燃料の混合比率検知装置は、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、位相差目標値が $0^\circ$ である第1目標値を設定する目標値設定手段と、前記第1目標値を中心にしてこの第1目標値を所定幅で変調する目標値変調手段と、前記第1目標値に対応して前記電圧制御発振器より発振される高周波信号周波数に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記第1目標値に対応する高周波信号の周波数と変調幅による前記高周波信号の周波数の偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたものである。

【0019】請求項6の発明に係る燃料の混合比率検知装置は、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、位相差目標値が $0^\circ$ である第1目標値を設定す

9

る目標値設定手段と、前記第1目標値を中心にしてこの第1目標値を所定幅で変調する目標値変調手段と、前記第1目標値に対応して前記制御器より前記電圧制御発振器に印加される制御電圧に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記第1目標値に対応する制御電圧と変調幅による前記制御電圧の偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたものである。

【0020】請求項7の発明に係る燃料の混合比率検知装置は、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の燃料の混合比率検知装置において、誘電率算出手段で算出された誘電率を偏移量により補正する誘電率補正手段を備えたものである。

【0021】請求項8の発明に係る燃料の混合比率検知装置は、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、前記制御器に対して位相差目標値を $0^\circ$ を設定する目標値設定手段と、位相差目標値 $0^\circ$ に対応する電圧制御発振器より的高周波信号の周波数に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記位相差目標値を $0^\circ$ に設定した時の前記LC共振回路のインピーダンスを検出するインピーダンス検出手段と、検出されたインピーダンスより前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度により前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたものである。

【0022】請求項9の発明に係る燃料の混合比率検知装置は、請求項8に記載の燃料の混合比率検知装置において、インピーダンス検出装置で検出されたLC共振回路のインピーダンスより誘電率算出値を補正する誘電率補正手段を備えたものである。

【0023】請求項10の発明に係る燃料の混合比率検知装置は、請求項8に記載の燃料の混合比率検知装置において、インピーダンス検出手段の出力によりLC共振回路に印加する高周波信号のレベルを可変する印加信号制御手段を備えたものである。

【0024】

【作用】請求項1の発明における燃料の混合比率検知装置は、位相比較器によりLC共振回路に印加される高周波信号の電圧電流位相差を検出し、この位相差が所定の目標値となるように電圧制御発振器からLC共振回路に

10

印加される高周波信号周波数を制御するように位相同期回路を構成し、位相差目標値を $0^\circ$ である第1目標値と $0^\circ$ 以外である第2目標値に前記切り換え手段で時系列的に切り換え、目標値を $0^\circ$ に切り換えた後に位相同期回路より出力される制御出力に基づいて燃料の誘電率を算出し、第1目標値に対応する制御出力と位相差目標値を第2目標値に切り換えた後に位相同期回路より出力される制御出力との偏移量に基づいて燃料の電気伝導度を算出し、算出した誘電率及び電気伝導度により燃料の混合比率を検知する。

【0025】請求項2の発明における燃料の混合比率検知装置は、位相比較器によりLC共振回路に印加される高周波信号の電圧電流位相差を検出し、この位相差が所定の目標値となるように電圧制御発振器からLC共振回路に印加される高周波信号周波数を制御するように位相同期回路を構成し、位相差目標値を $0^\circ$ である第1目標値と $0^\circ$ 以外である第2目標値に前記切り換え手段で時系列的に切り換え、目標値を $0^\circ$ に切り換えた後に電圧制御発振器より出力される高周波信号の周波数に基づいて燃料の誘電率を算出し、第1目標値に対応する高周波信号周波数と位相差目標値を第2目標値に切り換えた後に電圧制御発振器より出力される高周波信号の周波数との偏移量に基づいて燃料の電気伝導度を算出し、算出した誘電率及び電気伝導度により燃料の混合比率を検知する。

【0026】請求項3の発明における燃料の混合比率検知装置は、位相比較器によりLC共振回路に印加される高周波信号の電圧電流位相差を検出し、この位相差が所定の目標値となるように電圧制御発振器からLC共振回路に印加される高周波信号周波数を制御するように位相同期回路を構成し、位相差目標値を $0^\circ$ である第1目標値と $0^\circ$ 以外である第2目標値に前記切り換え手段で時系列的に切り換え、目標値を $0^\circ$ に切り換えた後に電圧制御発振器に印加される制御電圧に基づいて燃料の誘電率を算出し、第1目標値に対応する制御電圧と位相差目標値を第2目標値に切り換えた後に電圧制御発振器に印加される制御電圧との偏移量に基づいて燃料の電気伝導度を算出し、算出した誘電率及び電気伝導度により燃料の混合比率を検知する。

【0027】請求項4の発明における燃料の混合比率検知装置は、位相比較器によりLC共振回路に印加される高周波信号の電圧電流位相差を検出し、この位相差が所定の目標値となるように電圧制御発振器からLC共振回路に印加される高周波信号周波数を制御するように位相同期回路を構成し、位相差目標値を目標値変調手段で $0^\circ$ である第1目標値を中心として高周波信号の周波数に比較して十分低い周波数で変調する。そして、LC共振回路に印加される電圧制御発振器の出力信号の周波数を共振周波数を中心として前記変調周波数で偏移させ、変調後の第1目標値に対応する位相同期回路の制御出力よ

り変調前の第1目標値に対応する制御出力を分離し、この制御出力より燃料の誘電率を算出し、第1目標値の変調量に対応した制御出力の偏移量を変調された制御出力より分離し、前記分離した変調前の第1目標値に対応する制御出力と偏移量により電気伝導度を算出し、算出結果より燃料の混合比率を検知する。

【0028】請求項5の発明における燃料の混合比率検知装置は、位相比較器によりLC共振回路に印加される高周波信号の電圧電流位相差を検出し、この位相差が所定の目標値となるように電圧制御発振器からLC共振回路に印加される高周波信号周波数を制御するように位相同期回路を構成し、目標値を目標値変調手段で $0^\circ$ である第1目標値を中心として出力信号の周波数に比較して十分低い周波数で変調する。そして、LC共振回路に印加される電圧制御発振器の出力信号の周波数を共振周波数を中心として前記変調周波数で偏移させ、第1目標値に対応した共振周波数を変調された出力信号周波数より分離して燃料の誘電率を算出し、第1目標値の変調量に対応した周波数の偏移量を変調された出力信号周波数より分離して、前記共振周波数の偏移量より燃料の電気伝導度を算出し、算出結果より燃料の混合比率を検知する。

【0029】請求項6の発明における燃料の混合比率検知装置は、位相比較器によりLC共振回路に印加される高周波信号の電圧電流位相差を検出し、この位相差が所定の目標値となるように電圧制御発振器からLC共振回路に印加される高周波信号周波数を制御するように位相同期回路を構成し、目標値を目標値変調手段で $0^\circ$ である第1目標値を中心として出力信号の周波数に比較して十分低い周波数で変調する。そして、LC共振回路に印加される電圧制御発振器の出力信号の周波数を共振周波数を中心として前記変調周波数で偏移させ、第1目標値に対応した制御電圧を変調された制御電圧より分離して燃料の誘電率を算出し、第1目標値の変調量に対応した制御電圧の偏移量を変調された制御電圧より分離して、前記第1目標値に対応した制御電圧と偏移量により燃料の電気伝導度を算出し、算出結果より燃料の混合比率を検知する。

【0030】請求項7の発明における燃料の混合比率検知装置は、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の燃料の混合比率検知装置において、制御出力偏移量、周波数偏移量、若しくは制御電圧偏移量より共振周波数の補正係数を演算し、この補正係数により燃料の電気伝導度の変化による共振周波数の変化分を演算した後、補正後の共振周波数に対応した誘電率を算出し、誘電率算出値と電気伝導度算出値より燃料の混合率を演算する。

【0031】請求項8の発明における燃料の混合比率検知装置は、位相比較器によりLC共振回路に印加される高周波信号の電圧電流位相差を検出し、この位相差が所定の目標値となるように電圧制御発振器からLC共振回

路に印加される高周波信号周波数を制御するように位相同期回路を構成し、位相差目標値を $0^\circ$ に設定した時に電圧制御発振器より出力される高周波信号周波数に基づいて燃料の誘電率を算出し、また、LC共振回路の共振時にLC共振回路に印加された電圧と流れた電流よりLC共振回路のインピーダンスを検出し、この検出されたインピーダンスより電気伝導度を算出した後、誘電率算出値及び電気伝導度算出値より燃料の混合比率を検知する。

【0032】請求項9の発明における燃料の混合比率検知装置は、インピーダンス検出手段の出力で、電気伝導度の変化によるLC共振回路の共振周波数の変化分を補正する。

【0033】請求項10の発明における燃料の混合比率検知装置は、インピーダンス検出手段によって検出されたLC共振回路のインピーダンスの大きさに応じてLC共振回路に印加される高周波信号のレベルを可変してLC共振回路間に発生する電圧とLC共振回路に印加される高周波信号の電圧レベルとの差のインピーダンスによる変化を減らし。

【0034】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の一実施例を図について説明する。図1は本実施例に係る燃料の混合比率検知装置を示す構成図である。図において、Aはセンサ部であって、このセンサ部Aは燃料の誘電率 $\epsilon$ より決定される静電容量Cfを有する従来と同等の静電容量検出部1、静電容量検出部1における静電容量Cfと等価的に並列結合された自己インダクタンスLを持つコイル2より構成されている。静電容量Cfとコイル2の自己インダクタンスLの並列接続によりLC並列共振回路が構成されている。LC並列共振回路の一端には高周波信号が印加され、他端は接地されている。

【0035】コイルは芯入りコイル或いは空芯コイルのいずれも使用できるが、温度特性の面からは空芯コイルが、大きさの点では芯入りコイルの使用が有利である。いずれにしても、図20に示すコイルの持つ浮遊容量Cpの温度特性を考慮すると、コイル2の温度は燃料の温度にできるだけ一致させた方が出力誤差を低減できる。そのため、コイル2は静電容量検出部1に近接配置させるのがよい。

【0036】B1は混合比率検知部であり、この混合比率検知部B1はLC並列共振回路の一端に直列接続した抵抗3、抵抗3の他端に出力端子が接続された増幅器4、増幅器4より出力され抵抗3とLC並列共振回路から成る直列回路の全体にかかるP1点の電圧と抵抗3とLC並列共振回路のインピーダンスに分圧されたP2点の電圧との位相差を検出し、位相差に対応する位相差電圧を出力する位相比較器5、位相比較器5より出力された位相差電圧を平均化してDC電圧として出力する低域



通過フィルタ6、位相差目標値0°に対応する電圧を第1目標値0°として設定する第1目標設定器7a、位相差目標値0°より異なる位相差目標値に対応する電圧を第2目標値θ2として設定する第2目標設定器7b、各目標値を切り換え出力する目標値切換器8を備えている。

【0037】尚、P1点とP2点との電圧信号の位相差を比較するという事はLC並列共振回路に流れる電流と印加される電圧との位相を比較することと等価である。

【0038】目標値切換器8は第1目標値に切り換え時にHのタイミング信号Poutを出力し、第2目標値切り換え時にLのタイミング信号Poutを出力する。目標値切換器8より出力された目標値は加算器6aで低域通過フィルタ6を出力した位相差電圧と比較されて偏差電圧として出力される。

【0039】更に、混合比率検知部B1は、加算器6aより出力された偏差電圧を積分してDC電圧の制御電圧を出力する制御器9、制御器9より出力された制御電圧のレベルに応じた周波数の高周波信号を発生し、増幅器4及び抵抗3を通してLC並列共振回路に印加する電圧制御発振器10、タイミング信号Poutのレベル切り換えに同期して各目標値切り換え時の高周波信号を電圧制御発振器10より入力して分周する分周器11、分周器11の分周出力foutに基づいて共振周波数f0、共振周波数f0に対する周波数偏移Δ、誘電率ε、電気伝導度σ、メタノール混合比率等を演算する演算器12より構成されている。

【0040】ここで、増幅器4、位相比較器5、低域通過フィルタ6、制御器9、電圧制御発振器10より位相同期(PLL)回路が構成されている。また、演算器1\*

$$G = 2\pi f L R f / \sqrt{\{R^2 R f^2 (1 - 4\pi^2 f^2 L C)^2 + 4\pi^2 f^2 L^2 (R + R f)^2\}} \cdots (2)$$

【0044】

$$\tan \theta = R R f / (R + R f) * (1 - 4\pi^2 f^2 L C) / (2\pi f L) \cdots (3)$$

【0045】ここで、前述した如くRfは燃料の抵抗を示し、静電容量検出部Aの形状で決まる定数をKとすると電気伝導度σは1/KRfで与えられる。図の如く燃料の抵抗Rf、即ち電気伝導度σのみが変化した場合には、共振周波数f0は電気伝導度σによらず前述の(1)式で与えられる。

【0046】図3は共振周波数f0に対する燃料の誘電率εの関係を示す特性図であり、誘電率εは以下の(4)式で示される。

$$\epsilon = 1 / \sqrt{(a + b f 0)} \cdots (4)$$

a、bはセンサ部Aの形状、コイルのインダクタンスL及び浮遊容量Cpによって決まる定数である。

【0048】共振周波数f0に対する誘電率εのデータは、予め演算器12のROM(図示せず。)内に(4)

\*2は誘電率算出手段、電気伝導度算出手段、及び混合比率検知手段を有している。更に、タイミング信号Pout及び分周出力foutは演算器12において図示しないデジタルポートに接続されている。また、Routは演算器12からのメタノール混合比率出力を示している。抵抗3、位相比較器5は入力容量の温度特性を考慮するとやはり静電容量検出部Cに近接配置させるのがよい。

【0041】図2は、図1における抵抗3と図20に示すLC並列共振回路が直列接続された直列回路に印加する高周波信号の周波数を可変した場合、抵抗3の一端P1に印加される電圧に対して他端P2に発生する電圧のゲイン特性と各電圧間の位相特性を示した特性図である。図において、ゲインがLC並列共振回路のインピーダンス特性に、位相がLC並列共振回路の電圧電流位相特性に相当する。

【0042】各特性図中、グラフC1は燃料の電気伝導度σが低い場合、Chは燃料の電気伝導度σが高い場合を示している。印加する高周波信号の周波数を可変した時、グラフはLC並列共振回路の電圧電流位相差が0°となる並列共振周波数f0でゲインが最大となる並列共振特性を示すが、電気伝導度σの高低によって最大となるゲインGh、Glが異なる。また、周波数を共振周波数f0から偏移させて電圧電流位相差をθ2異ならせる場合、周波数の共振周波数f0からの偏移量も電気伝導度σの高低により偏移量dfh、dflと異なってくる。このグラフより、電気伝導度σが高いほど共振点よりの同一位相偏移に対する周波数偏移量が大きくなるのがわかる。ゲインG、位相θは各々以下の(2)式、(3)式で与えられる。

【0043】

式あるいはf0-εマップの形で記憶しておく。

【0049】図4は、図2に示すようにPLLの位相差目標値が第1目標値0°の場合の周波数、即ち共振周波数f0と第2目標値θ2に収束させた場合の周波数との差である周波数偏差dfを、共振周波数f0で正規化した周波数偏移Δ(=df/f0)に対する燃料の電気伝導度σの関係を示す特性図である。電気伝導度σは位相θの小なる領域で(3)式を周波数fで微分した以下の(5)式で示される。

【0050】

$$\sigma = 1 / K * (G \Delta / \theta 2 + 1 / R) \cdots (5)$$

【0051】ここで、Gは共振周波数f0、コイルのインダクタンスLで決まる値である。電気伝導度σは周波数偏移Δの増加に対し単調に増加する(図4の特性図を

参照)。周波数偏移 $\Delta$ に対する電気伝導度 $\sigma$ のデータは、予め演算器12のROM内に上記(5)式あるいは $\Delta-K\sigma$ マップの形で記憶しておく。

【0052】図5は燃料としてガソリン-メタノール混合燃料を用いた場合の誘電率 $\epsilon$ 、電気伝導度 $\sigma$ に対するメタノール混合率M(%)を示したグラフである。メタノールは単独の状態でもガソリンに比較し電気伝導度 $\sigma$ が大きい、水と親和性が高いため水を導電性物質として含有し易くなる。

【0053】その結果、水混入時の混合燃料では、水中に含まれる電解質イオン等により、さらに電気伝導度 $\sigma$ が高くなると共に、水の誘電率が大きい( $\epsilon=80$ )ため、同一メタノール混合率における燃料の誘電率 $\epsilon$ も大となる。誘電率 $\epsilon$ と電気伝導度 $\sigma$ に対するメタノール混合率Mのデータは、予め演算器12のROM内に( $\epsilon$ 、 $\sigma$ )-Mマップの形で記憶しておく。

【0054】次に本実施例の動作を各図を参照して説明する。電圧制御発振器10で発振出力された高周波信号は増幅器4で増幅され、燃料の誘電率 $\epsilon$ による静電容量Cfを回路要素として持つLC並列共振回路と抵抗3の直列回路に印加される。この時、抵抗3の両端P1、P2の電圧の位相が位相比較回路5で比較され、比較結果は位相差電圧として低域通過フィルタ6に出力され、そこでLC並列共振回路の電圧電流位相差に応じたDC電圧を信号 $\theta$ として出力する。

【0055】信号 $\theta$ は加算器6aにおいて目標値切換器8より出力された第1目標値 $0^\circ$ と比較され、偏差分は制御器9で積分されて偏差に応じたDC電圧レベルの制御電圧として電圧制御発振器10に出力される。電圧制御発振器10は制御電圧により発振周波数を制御する。以上の動作は位相同期がなされるまで繰り返され、位相差は第1目標値 $0^\circ$ に収束されて位相差 $\theta=0^\circ$ 、即ちLC並列共振回路を共振状態にする周波数の高周波信号が電圧制御発振器10より発振される。

【0056】目標値切換器8は所定時間後に、位相差目標値を第1目標値 $0^\circ$ より第2目標値 $\theta_2$ に切り換える。この結果、PLL回路は抵抗3の両端であるP1点とP2点における電圧信号の位相差が $\theta_2$ となるような周波数の高周波信号をLC並列共振回路に出力する。この時、第2目標値 $\theta_2$ に対応する周波数は図2に示すように( $f_0-df$ )に切り変わる。

【0057】目標値切換器8は位相差目標値切り換えに同期したタイミング信号Poutを分周器11および演算器12に出力しており、位相差目標値が第1目標値 $0^\circ$ の時はHのタイミング信号Poutが、第2目標値 $\theta_2$ の時にはタイミング信号PoutはHよりLに変わって出力される。分周器11は目標値切換器8からのHのタイミング信号Poutが入力されると第1目標値 $0^\circ$ に対応する共振周波数 $f_0$ を分周して低周波の周波数信号foutとして演算器12のデジタル入力ポートに出力する。

【0058】目標値切換器8が第2目標値 $\theta_2$ に切り換えられた場合は、タイミング信号PoutをLにして分周器11と演算器12に出力する。この結果、分周器11は分周結果をリセットして第2目標値 $\theta_2$ に対応する周波数( $f_0-df$ )を分周して低周波の周波数信号foutとして演算器12のデジタル入力ポートへ出力する。

【0059】また、演算器12内のCPUはHのタイミング信号Poutが入力されると、分周器11より入力された周波数信号foutより第1目標値 $0^\circ$ に対応する共振周波数 $f_0/N$ を計測し、タイミング信号PoutがLに切り替わると、その時、分周器11より入力された周波数信号foutより第2目標値 $\theta_2$ に対応する周波数( $f_0-df$ )/Nを計測すると共に、両周波数を基にして周波数偏移 $\Delta=df/f_0$ を演算する。ここで、Nは分周器11の分周率である。

【0060】今、メタノール混合率Mの未知な燃料がセンサ部Aに導入されると、演算器12のCPUは、デジタル入力ポートより周波数信号foutとタイミング信号Poutを読み込んでこの未知の燃料に対応した共振周波数 $f_e(f_0)$ と周波数偏差 $df$ より周波数偏移 $\Delta e=df/f_e$ を算出する。次に、ROM内に記憶された $f_0-\epsilon$ マップ或いは(4)式を用いて図3の如く共振周波数 $f_e$ に対応した誘電率 $\epsilon_e$ を算出する。

【0061】また、(5)式或いはROM内に記憶された $\Delta-\sigma$ マップを用いて図4の如く周波数偏移 $\Delta e$ に対応した電気伝導度 $\sigma_e$ を算出する。最後に、同様にROM内に図5の關係で記憶された( $\epsilon$ 、 $\sigma$ )-Mマップを用いて誘電率 $\epsilon_e$ 、電気伝導度 $\sigma_e$ よりP点でのメタノール混合率Mを演算する。図5では、メタノール混合率Mを、P点を囲むメタノール混合率40%の2点Pi,j、Pi,j+1、混合率60%の2点Pi+1,j、Pi+1,j+1の計4点の $\epsilon$ 、 $\sigma$ より補間演算して求めている。求められたメタノール混合率Mは演算器12の出力ポート(図示せず。)より出力信号Routとして出力される。

【0062】係る構成においては、発振回路にPLLを用いているため従来装置の如く燃料の電気伝導度 $\sigma$ が低下しても発振が不安定となる事がなく、また単にPLLの位相差目標値を切り換えるのみで誘電率 $\epsilon$ 、電気伝導度 $\sigma$ の両方の検出が出来るため、電気伝導度検出用の専用の電極を設けなくても、正確かつ簡単にメタノール混合率を検知できるという利点がある。

【0063】実施例2。上記、実施例1ではLC並列共振回路の共振周波数 $f_0$ より誘電率 $\epsilon$ を算出し、この共振周波数 $f_0$ に対応する周波数偏移量 $\Delta$ より燃料の電気伝導度 $\sigma$ を算出し、これら算出された誘電率 $\epsilon$ 及び電気伝導度 $\sigma$ よりメタノール混合率Mを検知した。

【0064】しかし、周波数信号を用いずに、電圧制御発振器10がLC並列共振回路に共振周波数 $f_0$ の高周波信号を発振した時に、制御器9が電圧制御発振器10に印加した制御出力電圧より誘電率 $\epsilon$ を算出し、この

制御器出力電圧と目標値変化量に対応する制御器出力電圧の偏差量より電気伝導度 $\sigma$ を算出し、これら算出された誘電率 $\epsilon$ 及び電気伝導度 $\sigma$ よりメタノール混合率 $M$ を検知してもよい。

【0065】図6は本実施例に係る燃料の混合比率検知装置を示す構成図である。尚、図中、図1と同一符号は同一又は相当部分を示す。図において、B2は本実施例に係る混合比率検知部である。この混合比率検知部B2における13は目標値切換器8からのタイミング信号Poutが入力されると信号レベルを反転して出力するインバータ回路、14は目標値切換器8よりHのタイミング信号Poutが入力されると制御器9からの制御器出力電圧(第1目標値 $0^\circ$ に対応する)をホールドするサンプルホールド回路、15はインバータ13で反転されたHレベルのタイミング信号Poutが入力されると制御器出力電圧(第2目標値 $\theta_2$ に対応する)をホールドするサンプルホールド回路、16はサンプルホールド回路14でホールドされた制御器出力電圧よりサンプルホールド回路15でホールドされた制御器出力電圧を減算して制御電圧の偏差電圧DVoutを算出する減算回路、17は内部にCPUを持つ演算器であり、サンプルホールド回路14よりアナログ入力ポート(図示せず。)を介して入力された制御器出力電圧Voutを共振周波数 $f_0$ 相応に変換して誘電率 $\epsilon$ を演算すると共に、減算回路16で算出された制御電圧の偏差電圧DVoutを周波数偏差 $d f$ 相応に変換し、更に、共振周波数 $f_0$ と周波数偏差 $d f$ より周波数偏移 $\Delta e$ を演算して電気伝導度 $\sigma$ を演算し、演算結果よりメタノール混合率 $M$ を検知する。

【0066】次に、本実施例の動作について説明する。PLLの位相差目標値である第1目標値 $0^\circ$ と第2目標値 $\theta_2$ が所定のタイミングで交互に切り替わり、第1目標値 $0^\circ$ に切り替わり時にはタイミング信号PoutはHレベルに、第2目標値 $\theta_2$ に切り替わり時にはタイミング信号PoutはLレベルに反転する。

【0067】この結果、第1目標値 $0^\circ$ に切り換え時に、サンプルホールド回路14は制御器9から出力される共振周波数 $f_0$ に対応する制御器出力電圧V1をホールドして制御器出力電圧Voutとして演算器17へ出力する。一方、第2目標値 $\theta_2$ に切り換え時には、サンプルホールド回路15はインバータ13によってHレベルに反転されたタイミング信号Poutにより、第2目標値 $\theta_2$ に対応した制御器出力電圧V2をホールドすると共に減算器16へ出力する。

【0068】減算器16はサンプルホールド回路14から入力された制御器出力電圧Voutよりサンプルホールド回路15から入力された制御器出力電圧V2を減算して偏差電圧DVoutを演算器17へ出力する。

【0069】演算器17のCPUは制御器出力電圧Voutと偏差電圧DVoutをアナログ入力ポートより読み込み、制御器出力電圧Voutを共振周波数 $f_e$ に換算すると

ともに、偏差電圧DVoutを周波数偏差 $d f$ に換算して周波数偏移 $\Delta e = d f / f_e$ を求める。

【0070】更に、実施例1と同様に共振周波数 $f_e$ より誘電率 $\epsilon$ を演算すると共に、共振周波数 $f_e$ と周波数偏差 $d f$ より演算された周波数偏移 $\Delta e$ から電気伝導度 $\sigma$ を演算して各演算結果よりメタノール混合率 $M$ を検知する。あるいは、制御器出力電圧Vout、偏差電圧DVoutを周波数に換算せず、予め記憶されたVout- $\epsilon$ マップ、DVout/Vout- $\sigma$ マップを用いて誘電率 $\epsilon$ 、電気伝導度 $\sigma$ を求めてメタノール混合率 $M$ を算出しても良い。

【0071】また、上記実施例ではサンプルホールド回路14、15、減算器16を用いて誘電率 $\epsilon$ 、電気伝導度 $\sigma$ に対応する電圧Vout、DVoutの形で演算器17に入力して、演算器17で誘電率 $\epsilon$ 、電気伝導度 $\sigma$ を求める場合を示したが、制御器9の出力電圧と目標値切換器8のタイミング出力Poutを直接演算器17に入力して誘電率 $\epsilon$ 、電気伝導度 $\sigma$ を求めてもよい。

【0072】即ち、図示しないが、制御器9の出力電圧Vをアナログ入力ポートを介して演算器17に入力するとともに、タイミング出力Poutをデジタル入力ポートを介して演算器17に入力する。そして、タイミング信号PoutがHレベルに切り替わった後の制御器出力電圧Vhを測定して、制御器出力電圧Vhを共振周波数 $f_e$ に換算するとともに、タイミング信号PoutがLレベルに切り替わった後の制御器出力電圧Vlを測定して、電圧差Vh-Vlを求めてこれを周波数偏差 $d f$ に換算して周波数偏移 $\Delta e$ を求めて、かかる共振周波数 $f_e$ と周波数偏移 $\Delta e$ より上記実施例と同様に誘電率 $\epsilon$ 、電気伝導度 $\sigma$ を求める。かかる各実施例によれば、分周器11よりの周波数を計測するかわりに、制御器出力電圧に基づきメタノール混合率 $M$ を算出するようにしたため、通常回路規模が大きくなる分周器11が省略でき、回路が簡単かつ安価になるという利点がある。

【0073】実施例3。上記、実施例2では位相差目標値を第1目標値 $0^\circ$ と第2目標値 $\theta_2$ に設定し、これら目標値を目標値切換器8により交互に切り換えて共振周波数と位相差変化に対する周波数偏移を得たが、第1目標値 $0^\circ$ のみを設定し、この目標値を共振周波数より十分低い周波数を有する交流信号で第1目標値のまわりに変調させて共振周波数と位相差変化に対する周波数偏移を得ても良い。

【0074】以下、本実施例を図について説明する。図7は本実施例に係る燃料の混合比率検知装置を示す構成図である。尚、図中、図6と同一符号は同一又は相当部分を示す。図において、B3は本実施例による混合比率検知部である。混合比率検知部B3は、制御器9の制御目標位相を、第1目標値 $0^\circ$ を中心として振幅 $\Delta \theta$ で系(PLL回路)の共振周波数 $f_0$ より十分低い周波数 $f_v$ で変化する変調器18、制御器9より出力される制御

器出力電圧から変調信号によるAC成分を除去し、共振周波数 $f_0$ に対応したDC電圧を制御器出力電圧 $V_{out}$ として演算器17へ出力する低域通過フィルタ19、制御器9より出力される制御器出力電圧からDC成分を除去し、AC成分、即ち変調信号を出力する高域通過フィルタ20、高域通過フィルタ20から出力されたAC成分を整流してその出力を周波数偏移 $\Delta f$ に対応した偏差電圧 $DV_{out}$ として演算器17へ出力する整流器21を有する。

【0075】次に、本実施例の動作について説明する。10 変調器18は第1目標値 $0^\circ$ を中心として振幅 $\Delta\theta$ で系の共振周波数 $f_0$ より十分低い周波数 $f_v$ で位相差目標値を変調させる。この時、電圧制御発振器10の出力周波数も変調周波数 $f_v$ で位相差目標値を変化し、抵抗3の両端の電圧信号の位相差も変化することから位相比較器5の位相差電圧も周波数 $f_v$ で変化する。

【0076】しかし、位相比較器5の出力は低域通過フィルタ6で平均化されるため、低域通過フィルタ6の出力位相は $0^\circ$ となり、結局、電圧制御発振器10の出力は図8の系の位相特性に示すように共振周波数 $f_0$ を中心に変調周波数 $f_v$ で、位相振幅 $\Delta\theta$ に対応した周波数振幅 $\Delta f$ で変化する。この時、制御器9の制御器出力電圧は共振周波数 $f_0$ に対応したDC電圧を中心に、周波数 $f_v$ で振幅 $\Delta f$ に対応したAC電圧が重畳したものとなっている。

【0077】制御器9の制御器出力電圧のAC成分は低域通過フィルタ19により除去され、その出力 $V_{out}$ は共振周波数 $f_0$ に対応した出力電圧 $V_{out}$ となる。また、制御器9の出力のDC成分は高域通過フィルタ20により除去され、AC成分である変調信号が整流器21で整流されて出力される。この出力された信号は周波数振幅 $\Delta f$ に対応した偏差電圧 $DV_{out}$ となる。演算器17のCPUは制御器出力電圧 $V_{out}$ 、偏差電圧 $DV_{out}$ をアナログ入力ポートより読み込み、制御器出力電圧 $V_{out}$ を共振周波数 $f_e$ に換算して誘電率を演算するとともに、偏差電圧 $DV_{out}$ を $\Delta f_e$ に換算して周波数偏移 $\Delta e = \Delta f_e / f_e$ を求め電気伝導度 $\sigma$ を演算する。そして、これら演算結果より実施例1と同様の手順にて、メタノール混合率 $M$ を算出し出力ポートより出力信号 $R_{out}$ として出力する。40

【0078】或いは、制御器出力電圧 $V_{out}$ 、偏差電圧 $DV_{out}$ を周波数に換算せず、予め記憶された $V_{out} - \epsilon$ マップ、 $DV_{out} / V_{out} - \sigma$ マップを用いて誘電率 $\epsilon$ 、電気伝導度 $\sigma$ を求めてメタノール混合率 $M$ を算出しても良い。

【0079】かかる実施例によれば、位相差目標値を時系列的に切り換えることなく、単一の位相差目標値をもとに同一タイミングで誘電率 $\epsilon$ 、電気伝導度 $\sigma$ を算出してメタノール混合率 $M$ を検出できるという利点がある。

【0080】実施例4、上記実施例において制御器9の 50

制御電圧出力によりメタノール混合率 $M$ を検出する場合を示したが、電圧制御発振器10の周波数出力によっても、前記位相目標値を変調する方法でメタノール混合率 $M$ を検出することができる。

【0081】図示しないが、図7において演算器17には電圧出力 $V_{out}$ 、 $DV_{out}$ に代えて、電圧制御発振器10の出力を分周器11で分周した低周波信号 $f/N$  ( $N$ は分周率)がデジタル入力ポートより入力される。演算器17は所定期間で前記低周波信号の周期 $T$ を計測し、逆算して瞬時周波数 $f (=N/T)$ を求め、前記所定期間の瞬時周波数 $f$ の平均値を算出してこれらを共振周波数 $f_e$ とし、前記所定期間での瞬時周波数 $f$ の最大値 $f_{max}$ と最小値 $f_{min}$ との差 $\Delta f$ と共振周波数 $f_e$ より周波数偏移 $\Delta e$ を求めて、かかる共振周波数 $f_e$ と周波数偏移 $\Delta e$ より、実施例3と同様の方法により誘電率 $\epsilon$ 、電気伝導度 $\sigma$ を求めてメタノール混合率 $M$ を検出する。

【0082】かかる実施例によっても実施例3と同様の効果を奏するとともに、LC並列共振回路の共振周波数を直接検知するため、PLL系の回路誤差を除去でき、より精度よくメタノール混合率 $M$ の検出が可能になるという利点がある。

【0083】実施例5、図9～図12は実施例1～3のセンサ部Aに図19とは異なる従来の他の構造を有する静電容量検出部を有するセンサ部を用いた場合の実施例を説明するもので、図9はセンサ部Aの構造断面図、図10はその等価回路図、図11はセンサ部Aに抵抗 $R$ を直列接続した直並列回路の周波数特性図、図12は周波数偏移 $\Delta$ に対する共振周波数 $f_0$ の補正係数 $k$ を示すグラフである。図9において、30はその周壁に単層巻のコイル2が配置された絶縁材製の円筒状ハウジング、31は円柱状内部電極であり、この円柱状内部電極31は円筒状ハウジング30の内壁に対して所定の間隙(後述する燃料通路)を介して円筒状ハウジング30内に設置されている。

【0084】32は円筒状ハウジング30と内部電極31の間に形成された燃料通路、33は内部電極31と電氣的に接続されるとともに燃料出入口33a、33bが形成されたフランジ、34は燃料シールであり、これらの接液部は耐燃料性の優れた材質が用いられる。図においてコイル2の一端は図1の抵抗3に直列接続され、コイル2の他端および内部電極31は接地されている。

【0085】図9に示すセンサ部Aにおいては、コイル2の内筒面が電極の役割を果たしている。そして、燃料通路32に充填された燃料の静電容量 $C_f$ の検出部は、内部電極31と円筒状ハウジング30の内壁面とで挟まれた間隙で形成されている。かかる、センサ部Aの等価回路は実際にはLCRの分布定数回路となるが、単純化すると図10の形で近似できる。

【0086】図10において $C_s$ は円筒状ハウジング3

0の円筒壁の容量であり、図のごとく燃料の静電容量CfはCsと直列接続の形となり、これにコイル2のLが並列接続している。かかるセンサ部Aでは、Csの両端の抵抗、即ちハウジング30の円筒壁の抵抗が高いため、燃料の電気伝導度 $\sigma$ が増加して抵抗Rfが小となっても共振のQの低下が小さいという特徴がある。しかしながら、センサ部Aの共振周波数f0は(1)式で示すとき単純な形とならず、図11の周波数特性の如く電気伝導度 $\sigma$ が高いほど共振周波数f0が低下する。

【0087】そこで、演算器12のCPUは、測定した周波数偏移 $\Delta e$ より $\Delta - \sigma$ マップ(図4参照)を用いて $\Delta e$ に対応した電気伝導度 $\sigma e$ を演算すると共に、予めROM内に記憶された図12の補正係数kのグラフより $\Delta e$ に対応したkeを読み出す。かかる補正係数kは、誘電率 $\epsilon$ を不変とした時の電気伝導度 $\sigma$ の変化による共振周波数f0の変化を解析的に求めてROM内に予め記憶しておく。CPUは、補正係数keにより共振周波数feの電気伝導度 $\sigma$ の変化による変化分を補正し、補正後の共振周波数kef0よりf0- $\epsilon$ マップを用いて共振周波数kefeに対応した誘電率 $\epsilon e$ を算出し、算出された誘電率 $\epsilon e$ 、電気伝導度 $\sigma e$ よりメタノール混合率Mを演算する。

【0088】かかる実施例においては、電気伝導度 $\sigma e$ により共振周波数f0が変化するようなセンサ部を用いた場合においても、共振周波数f0を電気伝導度 $\sigma e$ の変化に合わせて補正することで正確にメタノール混合率Mを算出できるという利点がある。本実施例は実施例1、2、3の混合比率検知装置B1、B2、B3を構成する演算器12、17において入力或いは演算された共振周波数f0と演算された電気伝導度 $\sigma$ とを基に実施することが

【0089】実施例6。上記、各実施例では位相差の目標値に偏差を与えて周波数偏移を生成して電気伝導度 $\sigma$ を演算するようにしたが、位相差の目標値に偏差を与えなくてもLC並列共振回路の共振時のインピーダンスより電気伝導度 $\sigma$ を演算することができる。それは、LC並列共振回路の共振時におけるインピーダンスは燃料中の電気伝導度によって決まる抵抗成分Rfと等しくなるため、共振時におけるLC並列共振回路のインピーダンス\*

$$\sigma = 1 / k R * (g_1 V_0 / V_{out} - 1) \dots \dots (6)$$

【0094】次に、(6)式の導出方法を図16(a)の等価回路を用いて説明する。抵抗3、即ちR間に発生する電圧は以下の(6a)式で表せる。

$$[0095] V_0 - V_1 = R i \dots (6a) \quad *$$

$$V_1 = Z i \quad (Z = LC \text{ 並列共振回路のインピーダンス}) \dots (6b)$$

【0098】次に、LC並列共振回路の共振時における(6a)式と(6b)式よりアドミタンス $1/Z$ を求めるため以下(6c)を導く。

$$[0099] R / Z = V_0 / V_1 - 1 \dots (6c)$$

【0100】また、共振時におけるアドミタンスは1/

\*を検出することでインピーダンスの逆数である電気伝導度 $\sigma$ を求めることができる。

【0090】以下、本実施例を図について説明する。図13は本実施例に係る燃料の混合比率検知装置を示す構成図である。尚、図中、図1と同一符号は同一または相当部分を示す。図において、B4は本実施例に係る混合比率検知部であり、この混合比率検知部B4は、抵抗3とセンサ部Aの接続部よりLC並列共振回路における出力電圧V1を検出して整流出力する整流器22、整流器22の出力を所定増幅率 $g_1$ で増幅する増幅器23、電圧制御発振器10の発振出力を一定の電圧レベルに増幅した定電圧出力V0を抵抗RとLC並列共振回路の直列回路に印加する定電圧増幅器24、出力電圧V1、定電圧出力V0、抵抗3の抵抗値R、増幅器23の増幅率 $g_1$ 、センサ部Aの形状で定まる定数kより燃料の電気伝導度 $\sigma$ を演算し、分周器11より出力された分周後の共振周波数f0より燃料の誘電率 $\epsilon$ を演算し、各演算結果より燃料中のメタノール混合比率を演算して出力する演算器25を含んでいる。

【0091】次に、本実施例の動作について説明する。定電圧増幅器24で増幅された高周波信号(定電圧出力V0)が抵抗3とセンサ部Aによる直列回路に印加される。この時、印加される高周波信号の周波数は抵抗3の両端間の電圧位相差が設定された目標値 $0^\circ$ となるようPLLを通して周波数制御されている。そのため、電圧位相差が目標値 $0^\circ$ になる場合、高周波信号の周波数はLC並列共振回路の共振周波数f0に一致している。

【0092】共振周波数f0の高周波信号は分周器11によりN分周されて $f_{out} = f_0 / N$ として演算器25のデジタル入力ポート(図示せず。)に入力される。一方、センサ部Aと抵抗3の接続部に現れた出力電圧V1は整流器22により整流されて増幅器23に入力されて増幅され、Voutとして演算器25のアナログポートに入力される。この時、センサ部AのインピーダンスZは純抵抗Rf、即ち電気伝導度 $\sigma$ に相当する。電気伝導度 $\sigma$ は出力電圧V1、定電圧出力V0、抵抗3の抵抗値R、増幅器23の増幅率 $g_1$ 、センサ部Aの形状で定まる定数kを用いて次式で与えられる。

【0093】

※【0096】また、LC並列共振回路の両端に発生する電圧(出力電圧V1)は以下の(6b)式で表せる。

【0097】

Z =  $1 / R f = k \sigma \dots (6d)$  で表され、また増幅器23の出力電圧Voutより見たLC並列共振回路間に発生する電圧V1は、 $V_1 = V_{out} / g_1 \dots (6e)$  であるから、電気伝導度 $\sigma$ は(6c)式と(6d)式より以下の(6f)式にて表せる。

【0101】  $Rk\sigma = V0/V1 - 1 \dots (6f)$  \* \*

$\therefore$  電気伝導度  $\sigma = 1/kR (V0/V1 - 1) \dots (6g)$

【0103】 また、V1を式(6e)にて表せば電気伝導度 $\sigma$ は結局(6)式で示す形となる。

【0104】 演算器25のCPUはデジタル入力ポートより読み込んだ $f_{out}$ より算出した共振周波数 $f_e$ から(4)式あるいは $f0-\varepsilon$ マップを用いて図3の如く $f_e$ に対応した誘電率 $\varepsilon_e$ を算出する。この誘電率 $\varepsilon_e$ と演算器25において(6)式より算出された電気伝導度 $\sigma$ よりメタノール混合率Mを演算する。

【0105】 上記、説明から明らかなように、本実施例は、LC並列共振回路のインピーダンスを検出して電気伝導度 $\sigma$ を算出するようにしているため、PLLの目標位相差を変化させて電気伝導度を演算する場合に比較して混合比率検出回路を簡素化できるという利点がある。

【0106】 実施例7. 上記、実施例6では電圧制御発振器10から出力された高周波信号を定電圧増幅器24で定電圧増幅してLC並列共振回路に出力したが、定電圧増幅器24に代えて通常の増幅器を用いても良い。以下、本実施例を図について説明する。図14は本実施例に係る燃料の混合比率検知装置を示す構成図である。尚、図中、図14と同一符号は同一又は相当部分を示す。図において、B5は本実施例に係る混合比率検知部であり、この混合比率検知部B5は、電圧制御発振器10より出力された高周波信号を増幅した出力電圧V0を抵抗3とLC並列共振回路との直列回路に印加する増幅※

$$\sigma = 1/kR * g_2 DV_{out} / (g_3 V_{out}) \dots (7)$$

【0111】 次に、(7)式の導出方法を図16(b)の等価回路を用いて説明する。抵抗3、即ちR間に発生する電圧は以下の(7a)式で表せる。

【0112】  $V0 - V1 = Ri \dots (7a)$  \*

$$V1 = Zi \quad (Z = LC \text{ 並列共振回路のインピーダンス}) \dots (7b)$$

【0115】 次に、LC並列共振回路の共振時における(7a)式と(7b)式よりアドミタンス $1/Z$ を求めるため以下の(7c)式を導く。

$$R/Z = (V0 - V1) / V1 \dots (7c)$$

【0117】 また、共振時におけるアドミタンスは $1/Z = 1/Rf = k\sigma \dots (7d)$ で表され、また増幅器23の出力電圧Voutより見たLC並列共振回路間の★40

$$\therefore \text{電気伝導度 } \sigma = 1/kR (V0 - V1) / V1 \dots (7h)$$

【0120】 また、V1を(7e)式で、 $V0 - V1$ を(7f)式で表せば電気伝導度 $\sigma$ は結局(7)式に示す形となる。

【0121】 演算器25のCPUはデジタル入力ポートより読み込んだ $f_{out}$ より算出した共振周波数 $f_e$ から(4)式あるいは $f0-\varepsilon$ マップを用いて図3の如く $f_e$ に対応した誘電率 $\varepsilon_e$ を算出する。この誘電率 $\varepsilon_e$ と演算器25において(7)式より算出された電気伝導度 $\sigma$ よりメタノール混合率Mを演算する。

※器4、増幅器4の出力電圧V0を整流する整流器22a、LC並列共振回路間に発生した電圧V1を整流する整流器22b、整流器22bの出力を出力電圧Voutとして増幅出力する増幅器23、整流器22aの出力と整流器22bの出力の偏差を増幅して偏差電圧DVoutとして演算器25へ出力する差動増幅器26を含む。

【0107】 次に、本実施例の動作を説明する。演算器25は分周器11より共振周波数 $f_e$ の周波数信号を $f_{out}$ として入力すると共に、共振時にLC並列共振回路間に発生した電圧を出力電圧Voutとして整流器22a及び増幅器23を通して入力する。

【0108】 更に、演算器25は整流器22bの出力と増幅器4の整流出力との偏差を偏差電圧DVoutとして入力する。偏差電圧DVoutはLC並列共振回路にながれる電流に相当する。

【0109】 演算器25は入力された出力電圧Vout、偏差電圧DVout、予め設定された増幅器23の増幅率 $g_2$ 、差動増幅器26の増幅率 $g_3$ 、抵抗3の抵抗値R、センサ部Aの形状で定まる定数Kより、以下の(7)式からセンサ部(LC並列共振回路)の共振時におけるインピーダンスに相当する電気伝導度 $\sigma$ を求める。

【0110】

★【0113】 また、LC並列共振回路の両端に発生する電圧(出力電圧V1)は以下の(7b)式で表せる。

30 【0114】

★電圧V1は、 $V1 = V_{out} / g_2 \dots (7e)$ であり、また差動増幅器26の差動電圧DVoutより見た抵抗3(R)間の電圧 $V0 - V1$ は $V0 - V1 = DV_{out} / g_3 \dots (7f)$ であるから、電気伝導度 $\sigma$ は(7c)式と(7d)式より以下の(7g)式にて表せる。

【0118】

$$Rk\sigma = (V0 - V1) / V1 \dots (7g)$$

【0119】

【0122】 上記、説明から明らかなように、本実施例は、LC並列共振回路のインピーダンスを検出して電気伝導度 $\sigma$ を算出するようにしているため、PLLの目標位相差を変化させて電気伝導度を演算する場合に比較して混合比率検出回路を簡素化できるという利点がある。

【0123】 実施例8. 上記、実施例7ではLC並列共振回路のインピーダンスを基に電気伝導度 $\sigma$ を演算するのみであったが、センサ部A、即ちLC並列共振回路の共振時のインピーダンス相当値である電気伝導度 $\sigma$ に依

25

じて増幅器4の増幅率を可変しても良い。

【0124】図15は本実施例に係る燃料の混合比率検知装置を示す構成図である。尚、図中、図14と同一符号は同一又は相当部分を示す。図において、B6は本実施例における混合比率検知部、25aは本実施例における演算器であり、この演算器25aは実施例6における演算器25の機能に加え演算された電気伝導度 $\sigma$ の大きさに応じて電圧制御発振器10より出力される高周波信号の増幅率を可変する制御信号を出力する。27は演算器25aより出力された制御信号により増幅率が可変されるゲイン可変増幅器である。

【0125】次に、本実施例の動作について説明する。LC並列共振回路の共振時に演算した電気伝導度 $\sigma$ が小さい、即ちLC並列共振回路のインピーダンスが大きい場合には、LC並列共振回路間に発生する電圧V1が大きくなる。この結果、抵抗3の両端の電圧信号レベルの差が小さくなり、差動増幅器26からの差動電圧DVoutが小さくなり電気伝導度 $\sigma$ の算出精度が低下する可能性がある。逆にインピーダンスが小さい場合には、電圧V1が小さくなり、位相比較器5の位相比較制度が悪化する可能性がある。

【0126】そこで、演算器25aは、演算された電気伝導度 $\sigma$ 、即ちLC並列共振回路のインピーダンスが所定値以上の場合にはゲイン可変増幅器27の増幅率を大になるように調整して、抵抗3の両端の電圧信号レベルの差を大として、差動増幅器26が適当な差動電圧DVoutを確保できるようにする。LC並列共振回路のインピーダンスが所定値以下の場合にも同様にゲイン可変増幅器の増幅率を大になるように調整して、電圧V1を大とし、電圧振幅が位相比較器5のスレッショールドレベルのヒステリシス幅より十分大になるように位相比較精度を確保する。

【0127】このように、LC並列共振回路のインピーダンスによりLC並列共振回路にかかる高周波信号のレベルを可変することで、電気伝導度 $\sigma$ の変化に拘わらず精度よくメタノール混合率Mを求めることができる。

【0128】上記実施例6、7、8では共振周波数 $f_0$ を分周器11を用いて周波数で検出する例を示したが、電圧制御発振器の電圧出力を用いてもよい。この場合、演算器はアナログ入力ポートのみを持つ演算器17でよい。

【0129】実施例9、上記、実施例6、7、8では電気伝導度 $\sigma$ が変化してもLC並列共振回路のゲインのみが変化し、共振周波数は一定であるセンサ部Aを用いた場合で動作説明を行った。本実施例では、図9に示すセンサ部のように電気伝導度 $\sigma$ が変化すると共振周波数 $f_{out}$  (fe)が変化する場合に、分周器から入力された共振周波数 $f_{out}$  (fe)を補正する方法について説明する。

26

【0130】図17は図13において増幅器23より出力された電圧出力Voutと共振周波数の補正係数kの関係を説明するグラフであり、演算器25はこのグラフに基づいて作成してROMに記憶した $k-V_{out}$ マップより共振時における出力電圧Veに対応する補正係数keを読み出す。そして、演算器25は補正係数keにより共振周波数feの電気伝導度 $\sigma$ による変化分を補正し、補正後の周波数kefeより $f_0-\epsilon$ マップを用いて周波数kefeに対応した誘電率 $\epsilon_e$ を算出し、算出された誘電率 $\epsilon_e$ 、電気伝導度 $\sigma_e$ よりメタノール混合率Mを演算する。

【0131】図18は図14において差動増幅器26より出力された偏差電圧DVoutと共振周波数の補正係数kの関係を説明するグラフであり、演算器25はこのグラフに基づいて作成してROMに記憶した $k-DV_{out}$ マップより共振時における偏差電圧DVeに対応する補正係数keを読み出す。そして、演算器25は補正係数keにより共振周波数feの電気伝導度 $\sigma$ による変化分を補正し、補正後の周波数kefeより $f_0-\epsilon$ マップを用いて周波数kefeに対応した誘電率 $\epsilon_e$ を算出し、算出された誘電率 $\epsilon_e$ 、電気伝導度 $\sigma_e$ よりメタノール混合率Mを演算する。

【0132】係る実施例によれば、電気伝導度 $\sigma_e$ により共振周波数 $f_0$ が変化するようなセンサ部を用いた場合でも正確にメタノール混合率Mを算出できるという利点がある。

【0133】上記各実施例においては演算器としてCPUを内蔵したものを示したがCPUを用いない回路で構成してもよい、また本装置をメタノール混合燃料中のメタノール混合率の検出に用いた場合を示したが、混合により誘電率、電気伝導度が変化する他の混合液体の混合比率検出用として広く適用が可能である。

【0134】

【発明の効果】請求項1の発明によれば、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、前記制御器に対して位相差目標値を $0^\circ$ である第1目標値と $0^\circ$ 以外である第2目標値に交互に切り換え設定する目標値切換手段と、この目標値切換手段による第1目標値切り換え後の前記位相同期回路の制御出力に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記位相同期回路より出力される前記第1目標値切り換え後の制御出力と前記第2目標値切り換え後の制御出力との偏移量に基づ

いて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたので、燃料の電気伝導度が低下しても発振が不安定となる事がなく、また電気伝導度検出用の専用の電極を設けなくても、正確かつ簡単に燃料の混合率を検知できるという効果がある。

【0135】請求項2の発明によれば、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に依りて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、前記制御器に対して位相差目標値を $0^\circ$ である第1目標値と $0^\circ$ 以外である第2目標値に交互に切り換え設定する目標値切換手段と、この目標値切換手段による第1目標値切り換え後に前記電圧制御発振器より発振される高周波信号の周波数に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記電圧制御発振器より発振される前記第1目標値切り換え後の高周波信号の周波数と前記第2目標値切り換え後の高周波信号の周波数との偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたので、請求項1の効果に加えて、単に位相目標値を切り換えるのみで誘電率及び電気伝導度の双方を演算するためLC共振回路に印加する高周波信号の周波数を直接計測して混合比率検知精度を向上させることができる効果がある。

【0136】請求項3の発明によれば、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に依りて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、前記制御器に対して位相差目標値を $0^\circ$ である第1目標値と $0^\circ$ 以外である第2目標値に交互に切り換え設定する目標値切換手段と、この目標値切換手段による第1目標値切り換え後に前記電圧制御発振器に印加される制御電圧に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記制御器より電圧制御発振器に印加される前記第1目標値切り換え後の制御電圧と前記第2目標値切り換え後の制御電圧との偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する

る電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたので、請求項1の効果に加えて制御器に印加される制御電圧、および制御電圧の偏移量を直接用いて誘電率、及び電気伝導度を演算するため検出回路が簡単かつ安価になるという効果がある。

【0137】請求項4の発明によれば、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に依りて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、位相差目標値が $0^\circ$ である第1目標値を設定する目標値設定手段と、前記第1目標値を中心としてこの第1目標値を所定幅で変調する目標値変調手段と、前記第1目標値に対応する前記位相同期回路の制御出力に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記位相同期回路より出力される前記第1目標値に対応する制御出力と変調幅に基づく制御出力の偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたので、請求項1の効果に加えて、位相目標値を切り換えることなく、同一タイミングで誘電率及び電気伝導度を測定して燃料の混合比率を検知することで混合比率検知処理が迅速になるという効果がある。

【0138】請求項5の発明によれば、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に依りて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、位相差目標値が $0^\circ$ である第1目標値を設定する目標値設定手段と、前記第1目標値を中心としてこの第1目標値を所定幅で変調する目標値変調手段と、前記第1目標値に対応して前記電圧制御発振器より発振される高周波信号周波数に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記第1目標値に対応する高周波信号周波数と変調幅による前記高周波信号周波数の偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたので、請求項4の効



果に加えて、同一タイミングで誘電率及び電気伝導度の双方を演算するためLC共振回路に印加する高周波信号の周波数を直接計測して混合比率検知精度を向上させることができる効果がある。

【0139】請求項6の発明によれば、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、位相差目標値が0°である第1目標値を設定する目標値設定手段と、前記第1目標値を中心にしてこの第1目標値を所定幅で変調する目標値変調手段と、前記第1目標値に対応して前記制御器より前記電圧制御発振器に印加される制御電圧に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記第1目標値に対応する制御電圧と変調幅による前記制御電圧の偏移量に基づいて前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度より前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたので、請求項4の効果に加えて、制御器に印加される制御電圧、および制御電圧の偏移量を用いて誘電率、及び電気伝導度を演算するため検出回路が簡単かつ安価になるという効果がある。

【0140】請求項7の発明によれば、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の燃料の混合比率検知装置に誘電率算出手段で算出された誘電率を偏移量により補正する誘電率補正手段を備えたので、請求項1ないし請求項4のいずれかの発明の効果に加えて、周波数の偏移量或いは制御電圧の偏移量より誘電率算出値を補正して電気伝導度より燃料の混合比率を検知することで混合比率検知精度が向上する効果がある。

【0141】請求項8の発明によれば、燃料の静電容量を検出する静電容量検出部とこの静電容量検出部に等価回路的に並列結合されたコイルから構成されたLC共振回路と、制御電圧によって周波数の決まる高周波信号を発振して前記LC共振回路に印加する電圧制御発振器、前記LC共振回路に印加された高周波信号の電圧と電流の位相差を検出する位相比較器、及び前記位相比較器で検出された位相差と予め設定された位相差目標値との差に応じて前記電圧制御発振器への制御電圧を制御する制御器から構成される位相同期回路と、前記制御器に対して位相差目標値を0°を設定する目標値設定手段と、位相差目標値0°に対応する電圧制御発振器よりの高周波信号周波数に基づいて前記燃料の誘電率を算出する誘電率算出手段と、前記位相差目標値を0°に設定した時の前記LC共振回路のインピーダンスを検出するインピー

ダンス検出手段と、検出されたインピーダンスより前記燃料の電気伝導度を算出する電気伝導度算出手段と、前記算出した誘電率及び電気伝導度により前記燃料の混合比率を検知する混合比率検知手段とを備えたので、LC共振回路のインピーダンス変化に従うLC共振回路の電圧出力より電気伝導度を検出することにしたので目標位相を変化させて電気伝導度を検出するのに比較して簡易な回路構成で燃料の混合比率を検知できる効果がある。

【0142】請求項9の発明によれば、請求項8に記載の燃料の混合比率検知装置にインピーダンス検出手段で検出されたLC共振回路のインピーダンスより誘電率算出値を補正する誘電率補正手段を備えたので、請求項8の効果に加えて電気伝導度により変化する共振周波数により誘電率を求めても電気伝導度の逆数であるインピーダンスにより誘電率を補正することで電気伝導度の変化に拘わらず精度よく燃料の混合比率を求めることができるという効果がある。

【0143】請求項10の発明によれば、請求項8に記載の燃料の混合比率検知装置にインピーダンス検出手段の出力によりLC共振回路に印加する高周波信号のレベルを可変する印加信号制御手段を備えたので、請求項8の効果に加えてあるインピーダンスの逆数である電気伝導度により共振周波数が増減するような場合においても正確に燃料の混合比率を検知できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施例1による燃料の混合比率検知装置を示す構成図である。

【図2】 この発明に用いられるLCR直並列回路の周波数特性図である。

【図3】 共振周波数に対する燃料の誘電率の特性図である。

【図4】 周波数偏移に対する燃料の電気伝導度係数の特性図である。

【図5】 誘電率、電気伝導度に対するメタノール混合率の特性図である。

【図6】 この発明の実施例2による燃料の混合比率検知装置を示す構成図である。

【図7】 この発明の実施例3による燃料の混合比率検知装置を示す構成図である。

【図8】 実施例3における周波数一位相特性図上での動作説明図である。

【図9】 センサ部Aの構造断面図である。

【図10】 センサ部Aの等価回路図である。

【図11】 図10におけるLCR直並列回路の周波数特性図である。

【図12】 周波数偏移Δに対する共振周波数f0の補正係数kを示すグラフである。

【図13】 この発明の実施例5による燃料の混合比率検知装置を示す構成図である。

【図14】 この発明の実施例6による燃料の混合比率

31

検知装置を示す構成図である。

【図15】 この発明の実施例7による燃料の混合比率検知装置を示す構成図である。

【図16】 実施例5、6の動作を説明するためのLC並列共振回路とその周囲の回路の等価回路である。

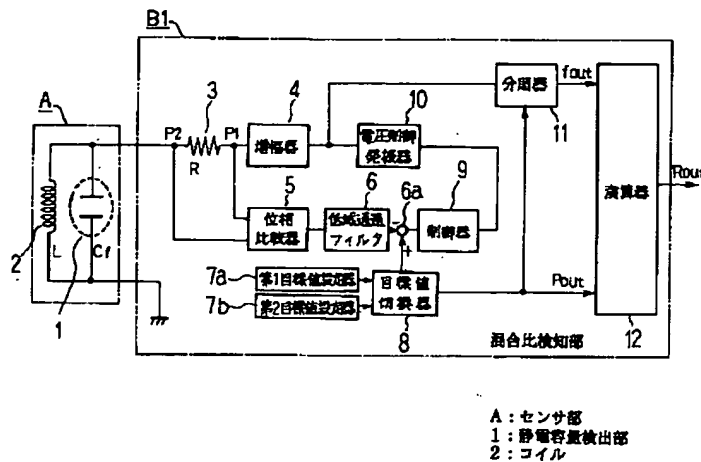
【図17】 制御器出力電圧 $V_{out}$ に対する共振周波数 $f_0$ の補正係数 $k$ を示すグラフである。

【図18】 電位差 $D V_{out}$ に対する共振周波数 $f_0$ の補正係数 $k$ を示すグラフである。

【図19】 従来装置の静電容量検出部Cの構造断面図である。

【図20】 従来装置の静電容量検出部Cの等価回路図である。

【図1】



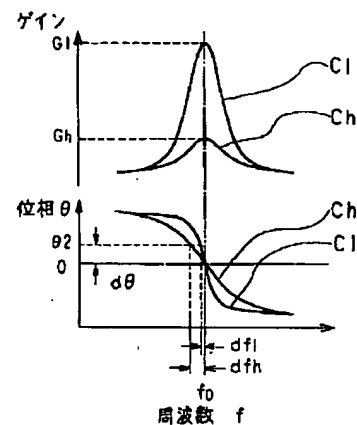
32

【図21】 メタノール混合率に対する共振周波数特性図である。

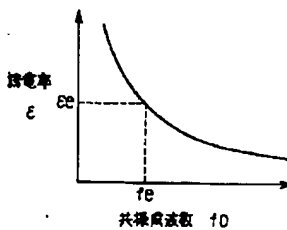
【符号の説明】

A センサ部、B1～B6 混合比検知部、1 静電容量検出部、2 コイル、3 抵抗、4、23 増幅器、5 位相比較器、6、19 低域通過フィルタ、7、7a、7b 位相目標値、8 目標値切換器、9 制御器、10 電圧制御発振器、11 分周器、12、17、25、25a 演算器、13 インバータ回路、14、15 サンプルホールド回路、16 減算回路、18 変調器、20 高域通過フィルタ、22a、22b 整流器、24 定電圧増幅器、26 差動増幅器、27 ゲイン可変増幅器。

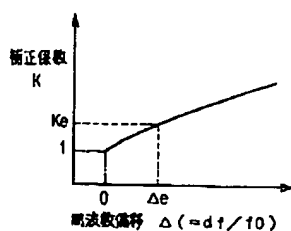
【図2】



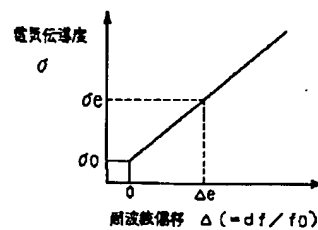
【図3】



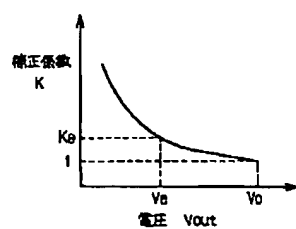
【図12】



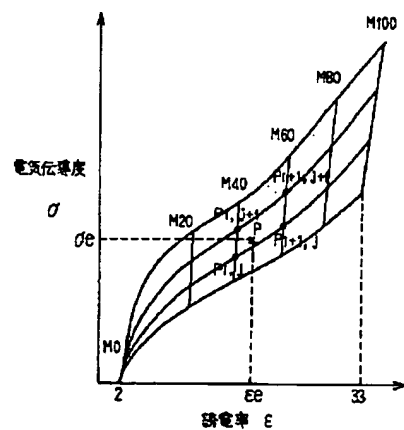
【図4】



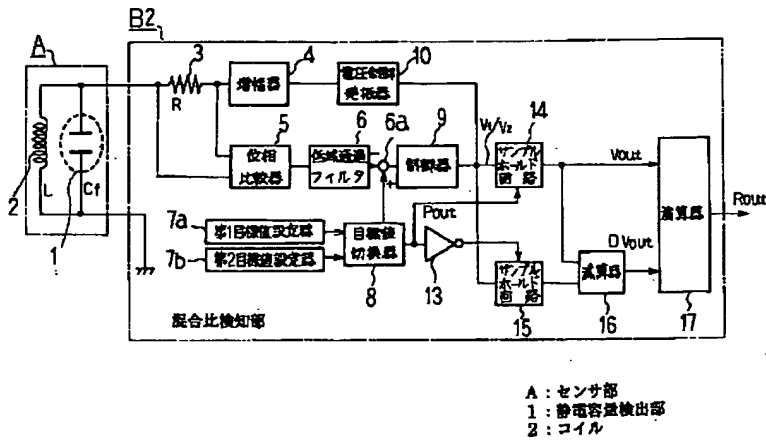
【図17】



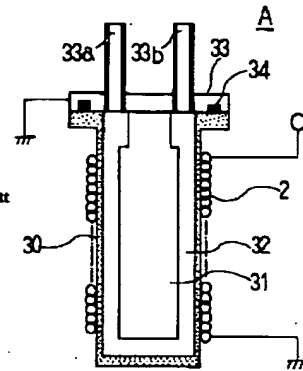
【図5】



【図6】

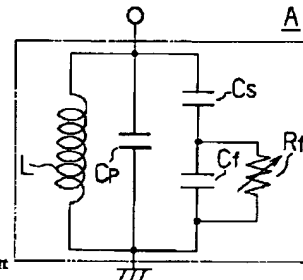
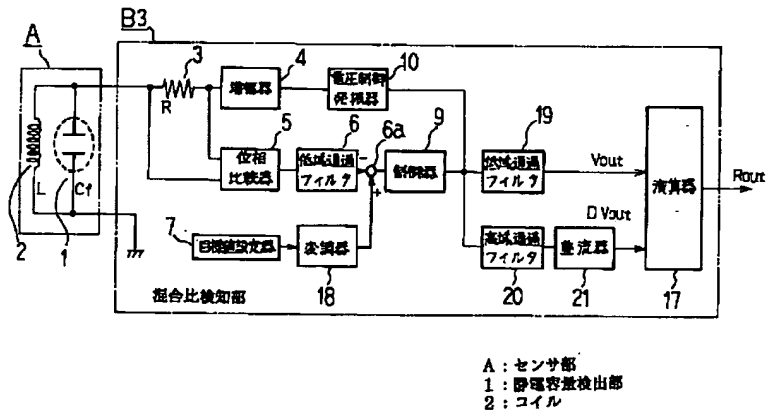


【図9】

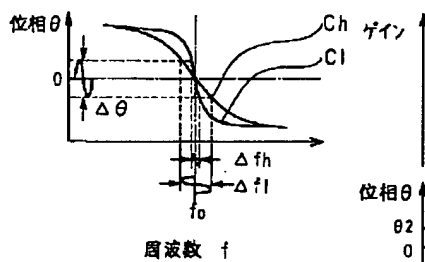


【図10】

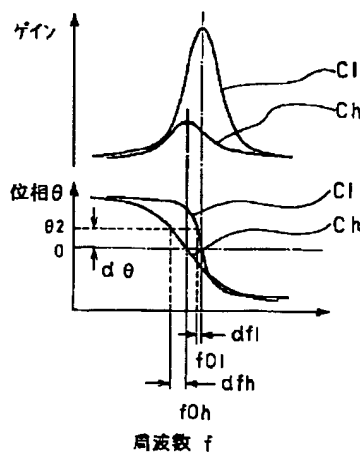
【図7】



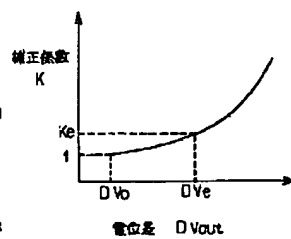
【図8】



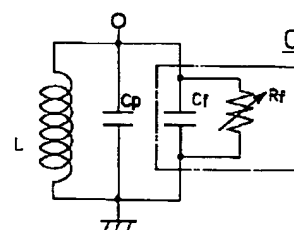
【図11】



【図18】



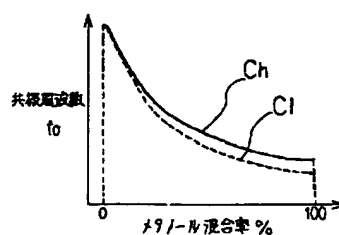
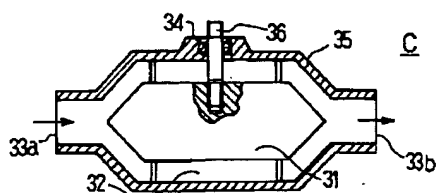
【图20】



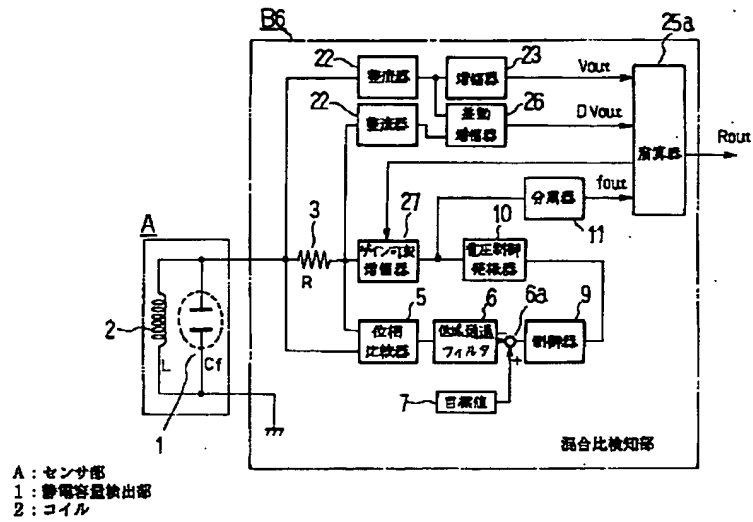
The diagram illustrates the internal structure of a ratio comparison section (混合比較部). It features several interconnected functional blocks:

- Input Stage:** An input signal enters through a resistor  $R$  (labeled 3) and is split into two paths.
- Top Path:** The signal passes through a **整流器** (Rectifier, 22b), then a **増倍器** (Multiplier, 23), and finally a **至初増倍器** (Initial Multiplier, 26). The output of this path is  $V_{out}$ .
- Bottom Path:** The signal passes through a **増倍器** (Multiplier, 4), then a **位相比較器** (Phase Comparator, 5), and finally a **低減通過フィルバ** (Reduction Pass Filter, 6). The output of this path is  $I_{out}$ .
- Control and Processing:**
  - A **目標値設定器** (Target Value Setting Device, 7) provides a reference signal to the **位相比較器** (5) and the **電圧制御回路部** (Voltage Control Circuit, 10).
  - The **電圧制御回路部** (10) is connected to the **増倍器** (4) and the **分割器** (Divider, 11).
  - The **分割器** (11) outputs a signal to the **演算器** (Calculator, 25).
  - The **演算器** (25) receives inputs from the **至初増倍器** (26) and the **分割器** (11) to produce the final output  $R_{out}$ .
- Other Components:**
  - A **制御器** (Controller, 9) is connected to the **電圧制御回路部** (10) and the **低減通過フィルバ** (6).
  - A **加算器** (Adder, 6a) is shown, which appears to be part of the feedback or control loop.

【图 2 1】

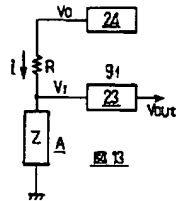


【図15】



【図16】

(a)



(b)

